

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-353304  
(P2000-353304A)

(43) 公開日 平成12年12月19日 (2000. 12. 19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターミナル (参考)

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

D 5 D 0 3 3

C

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-162919

(22) 出願日 平成11年6月9日 (1999. 6. 9)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 片倉 亨

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

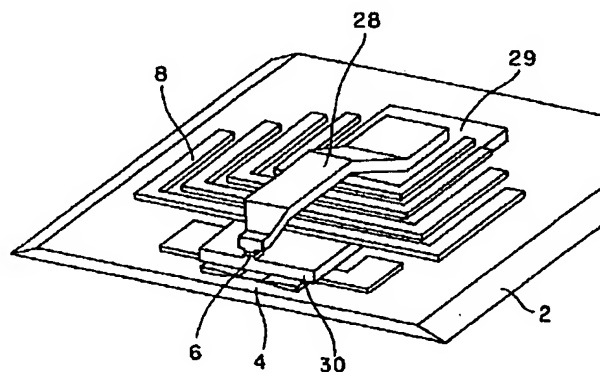
Fターム (参考) 5D033 BA08 BA13 DA02 DA08 DA31

## (54) 【発明の名称】 磁気ヘッドの製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 高密度磁気記録媒体に対応できる磁気ヘッドを製造する

【解決手段】 下部磁極層5と上部磁極層5とをギャップ層6を介して積層形成し、磁気ギャップを構成してなる磁気ヘッドの製造方法において、下部磁極層5上にギャップ層6を形成した後、トラック幅に対応してパターンニングされたトラック幅規制マスクを配する。そしてトラック幅規制マスクをマスクとして下部磁極層5の中途部までエッチングすることで下部磁極層5のトラック幅を規制し、上記トラック幅規制マスク上から非磁性材をギャップ層表面よりも突出するような厚さで成膜し、上記トラック幅規制マスクを除去し、上記トラック幅規制マスクの除去により形成される凹部を埋めるように磁性材料を成膜することにより上部磁極層6を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部磁極層と上部磁極層とをギャップ層を介して積層形成し、磁気ギャップを構成してなる磁気ヘッドの製造方法において、

下部磁極層上にギャップ層を形成した後、トラック幅に対応してパターンニングされたトラック幅規制マスクを配し、これをマスクとして下部磁極層の中途部までエッチングすることで下部磁極層のトラック幅を規制する工程と、

上記トラック幅規制マスク上から非磁性材をギャップ層表面よりも突出するような厚さで成膜する工程と、

上記トラック幅規制マスクを除去する工程と、上記トラック幅規制マスクの除去により形成される凹部を埋めるように磁性材料を成膜し、上部磁極層を形成する工程とを有することを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項2】 上記トラック幅規制マスクを多層膜により構成し、パターンニングの際にギャップ層と接するスペーサ層を溶解除去してギャップ層から離間した状態とすることを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項3】 上記多層膜は、下部磁極層側から第1マスク層と、第2マスク層との2層構造からなることを特徴とする請求項2記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項4】 上記第1マスク層は、 $\text{SiO}_2$ からなることを特徴とする請求項3記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項5】 上記第2マスク層は、 $\text{Cr}$ からなることを特徴とする請求項3記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項6】 上記スペーサ層は、多層構造からなることを特徴とする請求項2記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項7】 上記スペーサ層は、下部磁極層側から第1スペーサ層と、第2スペーサ層と、第3スペーサ層との3層構造からなることを特徴とする請求項2記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項8】 上記第1スペーサ層は、 $\text{Ti}$ からなることを特徴とする請求項7記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項9】 上記第2スペーサ層は、 $\text{Cu}$ からなることを特徴とする請求項7記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項10】 上記第3スペーサ層は、 $\text{Ti}$ からなることを特徴とする請求項7記載の磁気ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ヘッドの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、コンピュータ等の発達とともに、磁気記録媒体においても高記録密度化が進んでおり、さらなる記録密度の向上により大容量化及び高データ転送レート化を図ることが熱望されている。

【0003】例えば、ハードディスクの場合、ハードディスクドライブの記録密度が10ビット/インチ<sup>2</sup>を越えた場合、磁気ヘッドのトラック幅は、例えば0.7 $\mu\text{m}$ 以下のサイズが不可欠と考えられている。しかしながら、そのようなトラック幅の狭い磁気記録ヘッドにおいては、従来の下部ポールが平坦な形状のものでは、効率の劣化、フリンジング等の問題が生じるため、高密度磁気記録媒体に対応できる磁気ヘッド形状の開発が望まれている。

【0004】そこで、近年、高密度記録を進めるために、挟トラック化に適した磁気ヘッドである磁気抵抗効果型磁気ヘッド（以下、「MRヘッド」という。）を有する薄膜磁気ヘッドが採用されるようになってきている。

【0005】この薄膜磁気ヘッドは、いわゆる、真空蒸着法やスパッタリング法等の薄膜形成手段により各機能膜が所定の形状で形成される。具体的に、このような薄膜磁気ヘッドは、再生時の感磁部として機能する磁気抵抗効果素子を有するMRヘッドと、記録時の記録磁界を発生するインダクティブヘッドとが薄膜形成されている。

【0006】図29は従来のハードディスク用薄膜複合ヘッドを模式的に示す斜視図である。これらのハードディスク用薄膜複合ヘッドは、強磁性体からなる上部シールド層30と下部シールド層2との間に磁気記録媒体に記録された情報を読み出し再生するMR素子層4が形成され、MR素子層4上にMR素子層4の上部シールド30を下部磁極として使用し、磁気記録媒体への情報の記録を行うインダクティブヘッド31が形成された構成となっている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】図29に示したハードディスク用薄膜複合ヘッドは、通常の製法にて製造することができる。具体的には、下部磁性層を形成後、ギャップ層をスパッタにより形成し、その後絶縁膜（レジスト）やコイルを形成した後に上部磁極を形成する。この場合、コイル形成部は、厚みが10 $\mu\text{m}$ 程度となり、コイル形成部の上面とギャップ層とに段差が生じる。上部磁極は、コイルが形成されていない部位からコイル形成部に跨って形成される。上部磁極は従来より一般的に行われている鍍金枠を形成するレジストフレーム法により形成されるが、この方法で上部磁極を形成しようとした場合、トラック形成部においてレジストの厚みは7~8 $\mu\text{m}$ 程度になる。この様に、レジストの厚みが7~8 $\mu\text{m}$ 程度になると、1 $\mu\text{m}$ 以下の鍍金枠を形成することが非常に難しくなる。特に、0.5 $\mu\text{m}$ 以下になると光学式の露光では、微細な形状の鍍金枠の形成は不可能になる。

【0008】また、レジストフレーム法で形成するハードディスク用薄膜複合ヘッドは下部磁性層が平坦で、上

部磁極はトラック幅と同等の幅を有し、厚みが $3\mu\text{m}$ 程度の寸法となる。この場合、磁気記録媒体への情報の記録時に上部磁極が飽和すると、上部磁極のギャップ付近の上部磁極側面からも記録磁界が漏洩し始め、有効記録トラック幅が広がるため、記録密度の限界値を下げることになる。

【0009】したがって、上述した問題点から従来の方法では、例えば $0.7\mu\text{m}$ 以下のトラック幅を持つ記録ヘッドは、製造することができなかった。

【0010】本発明は、従来の問題点に鑑みて提案されたものであり、高密度磁気記録媒体に対応できる磁気ヘッドの製造方法を提案することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る磁気ヘッドの製造方法は、下部磁極層と上部磁極層とをギャップ層を介して積層形成し、磁気ギャップを構成してなる磁気ヘッドの製造方法において、下部磁極層上にギャップ層を形成した後、トラック幅に対応してパターンニングされたトラック幅規制マスクを配し、これをマスクとして下部磁極層の中途部までエッチングすることで下部磁極層のトラック幅を規制する工程と、上記トラック幅規制マスク上から非磁性材をギャップ層表面よりも突出するような厚さで成膜する工程と、上記トラック幅規制マスクを除去する工程と、上記トラック幅規制マスクの除去により形成される凹部を埋めるように磁性材料を成膜し、上部磁極層を形成する工程とを有することを特徴とする。

【0012】本発明に係る磁気ヘッドの製造方法は、下部磁極層上にギャップ層を形成した後、トラック幅に対応してパターンニングされたトラック幅規制マスクを配し、これをマスクとして下部磁極層の中途部までエッチングすることにより、下部磁極層のトラック幅を規制する。そして、トラック幅規制マスク上から非磁性材をギャップ層表面よりも突出するような厚さで成膜し、トラック幅規制マスクを除去した後、トラック幅規制マスクの除去により形成される凹部を埋めるように磁性材料を成膜することにより上部磁極層を形成する。したがって、磁気ヘッドを形成する際に、上部磁極と下部磁極とのトラック幅が確実に規制され、また、上部磁極と下部磁極とが確実に位置合わせがなされる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1に、本発明を適用した複合型薄膜磁気ヘッドを模式的に表す斜視図を示す。また、図2及び図3に図1中のABS面位置相当の $X_1-X_2$ 線及び $X_3-X_4$ 線における要部断面図を示す。

【0014】本発明を適用した複合型薄膜磁気ヘッドにおいては、基板1上に、MRヘッドとして、下部シールド層2が形成され、下部シールド層2上には、第1の絶縁層を介してMR素子層4及び電極層（図示省略）が形成されている。そして、MR素子層4を覆って第2の絶

縁層32が形成されている。

【0015】第2の絶縁層32上には、インダクティブヘッド素子として、下部磁極層5が形成されている。下部磁極層5は、基板1側に形成された広幅の下部磁極部51と、下部磁極部51上に形成された細幅の下部磁極部52とが一体に形成され、該下部磁極部52は、記録媒体と対向する媒体対向面の近傍にて記録媒体上のトラック幅と同一幅を有している。下部磁極層5は、インダクティブヘッド素子の磁気コアとしての機能を発揮すると同時に、インダクティブヘッド素子とMRヘッド素子の間の磁気シールドとしての機能を兼ね備えている。下部磁極層5の細幅の下部磁極部52上には、トラック幅と同一幅を有するギャップ層6が形成されている。下部磁極層5の広幅の下部磁極部51上には、非磁性高硬度層11が形成されている。非磁性高硬度層11上には、第3の絶縁層71が形成され、第3の絶縁層71は、ギャップ層6側の先端から後方側に徐々に高く傾斜するデプスエンド規制面BCを有している。そして、第3の絶縁層71上には、コイル層8が形成され、コイル層8を覆って第4の絶縁層72が形成されている。

【0016】ギャップ層6、非磁性高硬度層11、第3の絶縁層71及び第4の絶縁層72上には上部磁極層9が形成されている。上部磁極層9は、ギャップ層6及び非磁性高硬度層11上に形成された第1上部磁極層91と、第1上部磁極層91、第3の絶縁層71及び第4の絶縁層72上に形成されるとともに、下部磁極層5の広幅の下部磁極部51に接続している第2上部磁極層92とにより構成される。

【0017】第1上部磁極部91は、媒体対向面から非磁性高硬度層11のデプスエンド規制面ABまで広がる領域に形成される一方、第2上部磁極部92は、第1上部磁極部91上の媒体対向面から後方に向けて第3の絶縁層71及び第4の絶縁層72の上面に広がっている。

【0018】第1上部磁極部91は、媒体対向面と反対側の端部と、トラック幅方向の両端部が、第2上部磁極部92との接続面からギャップ層6との対向面に向かって絞られ細くなる形状を有するとともに、媒体対向面において記録媒体上のトラック幅と同一幅を有する。これによりインダクティブヘッドは、情報の記録効率が向上する。

【0019】第2上部磁極部92は、媒体対向面の近傍にて記録媒体上のトラック幅よりも広い幅を有する。

【0020】また、下部磁極層5の細幅の下部磁極部52、ギャップ層6、及び第1上部磁極部91のトラック幅方向の両側には、下部磁極層5の広幅の下部磁極部51上を覆って非磁性高硬度層11が形成され、非磁性高硬度層11及び第1上部磁極部91上面は、それぞれ平面に形成されて、互いに同一の平面にそろっている。そして、上部磁極層9の第2上部磁極部92を覆って、保護層12が形成されている。

【0021】次に、上記複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について、図4乃至図28に基づき具体的に説明する。なお、以下の説明で用いる図面は、特徴を分かりやすく図示するために、特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各部材の寸法の比率が実際と同じであるとは限らない。また、実際の製造工程では、薄膜技術により基板上に多数の磁気ヘッド素子が形成されるが、以下の説明で用いる図面は、1つの磁気ヘッド素子に対応する部分を抜き出して示している。

【0022】まず、図4に示すように、MRヘッド素子として、基板1上に下部シールド層2、下部絶縁層31、MR素子層4、電極層（図示せず）、及び上部絶縁層32を順次形成する。以上の工程は、従来の周知の工程による。

【0023】続いて、図5（以下の図においてはMRヘッド素子部は省略する。）に示すように第1の絶縁層32の全表面に下部磁極層5を形成する。下部磁性層5としては、例えば、CoZrNbをスパッタリングにより3 $\mu$ mの膜厚に成膜する。

【0024】次に、下部磁性層5の全表面に、ギャップ層6を形成する。ギャップ層6としては、例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をスパッタリングにより0.2 $\mu$ mの膜厚に成膜する。

【0025】次に、ギャップ層6の全表面に、トラック部を形成するためのスペーサ層13を形成する。スペーサ層13は、ギャップ層6側から、第1スペーサ層14、第2スペーサ層15、第3スペーサ層16の3層から構成される。スペーサ層6は、スパッタリングにより、例えば、Tiを5nmの厚みに被着させて第1スペーサ層14である第1のTi層を形成する。そして、第1のTi層上に、スパッタリングによりCuを300nmの厚みに被着させて第2スペーサ層15であるCu層を形成する。そして、Cu層上に、スパッタリングによりTiを5nmの厚みに被着させて第3スペーサ層16である第2のTi層を形成する。

【0026】第1スペーサ層14は、ギャップ層6であるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とスペーサ層13の第2スペーサ層15との密着性を向上させる役割をするものである。また、第1スペーサ層14は、Tiに限定されるものではなく、上記の条件を満たすものであれば良く、具体的にはTiの他にCr等を用いることができる。

【0027】第2スペーサ層15は、後述する下部磁極層5及び上部磁極層9のトラック幅規制を行うためのマスクであるマスク層17とギャップ層6との間に隙間をあけるためのものである。具体的には、第1上部磁極部91のトラック幅規制を行う前に、エッチング液を用いた湿式エッチングで第2スペーサ層15を除去することにより、第1上部磁極部91のトラック幅規制を行うためのマスクであるマスク層とギャップ層6との間に隙間をあける。また第2スペーサ層15は、Cuに限定され

ることなく、酸などによる湿式エッチング等で剥離できるものであれば用いることができる。ただし、下部磁極層5、第2スペーサ層15及びエッチング液の間には、エッチング液は第2スペーサ層15はエッチングするが下部磁極層5はエッチングしないような組み合わせが必要である。上記の条件を満たす組み合わせとしては、具体的には、例えば第2スペーサ層15にCuやパーマロイ等を用い、エッチング液にエンストリップ・92（メルテックス社製）を用い、下部磁性層には、CoZrNb等のアモルファス金属を用いるというような組み合わせが挙げられる。また、成膜される膜厚は、0.05 $\mu$ m～1 $\mu$ mが好ましい。

【0028】第3スペーサ層は、後述する下部磁極層5及び上部磁極層9のトラック幅を規制するためのマスクであるマスク層と第2スペーサ層との密着性を向上させる役割をするものである。第3スペーサ層は、上記の条件を満たし、反応性イオンエッチングでエッチングできるものであれば良く、具体的には、TiやTa等を用いることができる。

【0029】次に、スペーサ層13の全表面にトラック部を形成するためのマスク層17を形成する。マスク層17は、スペーサ層13側から第1マスク層17と第2マスク層19との2層から構成される。マスク層17は、スパッタリングにより、例えばSiO<sub>2</sub>を1.5 $\mu$ mの厚みに被着させて第1マスク層18であるSiO<sub>2</sub>層を形成する。そして、SiO<sub>2</sub>層上に、例えばCrを70nmの厚みに被着させて第2マスク層19であるCr層を形成する。

【0030】第1マスク層は、後述する下部磁極層5及び上部磁極層9のトラック幅を規制するためのマスクとなるものである。第1マスク層は、リアクティブイオンエッチングなどにより異方性エッチングできるものであれば良く、具体的には、SiO<sub>2</sub>やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等を用いることができる。成膜される膜厚は、0.5 $\mu$ m～2.0 $\mu$ mが好ましい。

【0031】第2マスク層は、上記第1マスク層を後述する反応性イオンエッチングにより形成する際のマスクとなるものである。第2マスク層は、リアクティブイオンエッチングを施した際に、エッチングされ難いものであれば良く、具体的には、CrやCoZrNb等を用いることができる。成膜される膜厚は、20nm～200nmが好ましい。

【0032】次に、図6に示すように、スペーサ層13とマスク層17とが形成された基板1を例えば約3000rpmで回転させながら、Cr膜上に、レジスト、例えば電子線レジスト20をスピンコート法により塗布する。レジストは、電子線レジストでなくても良く、通常のレジストでも良い。

【0033】ここで、電子線レジスト20とは、レジストを構成する高分子が電子との衝突によってエネルギー

を受け、当該高分子の鎖の一部が切断されて分子量が小さくなるか、あるいは他の高分子と結合して大きな分子量の高分子に重合されるものをいう。また、この電子線レジスト20は、電子線が照射された部分の、現像液に対する溶解度が増大するポジ型レジストであることが好ましい。このようなポジ型の電子線レジスト20として具体的には、例えば東京応化工業（株）製の商品名OEBR-1000や日本ゼオン（株）製の商品名ZEP-520（12）等が挙げられる。また、電子線レジスト20に対して、露光前にプリベークを行うことが好ましい。プリベークを行うことにより、電子線レジスト20の露光の際の感度が向上し、微細なパターンも精度良く形成することができる。

【0034】次に、図7に示すように電子線露光装置を用いて、上記電子線レジスト20に所定のパターンで電子線を照射することにより描画し、電子線レジスト20中に所定のパターン潜像を形成する。具体的には、トラック形成部となる部分に電子線を照射し、トラック形成部は、図7に示すように四角形の形状を有する広幅のトラック形成部の一辺の中央部に該四角形よりも小さい長方形の形状を有する細幅のトラック形成部を短辺を接片として接合させた形状を有する。

【0035】次に、図8に示すように、パターン潜像が形成された電子線レジスト20を現像して、マスクパターンを形成する。電子線レジスト20としてポジ型レジストを用いた場合、電子線が照射されなかった部分のレジストが残存してマスクパターンが形成される。

【0036】次に、上述のようにして形成されたマスクパターンをマスクとしてエッチングを行い、当該マスクパターンから露出している第2マスク層19であるCr層を除去する。エッチングは、例えばイオンエッチングにより行う。

【0037】続いて、電子線レジスト20を剥離する。これにより、図9に示すように所定形状にパターンニングされた第2マスク層であるCr層が得られる。具体的には、トラック形成部となる部分に第2マスク層19であるCr層を有するパターンとされる。

【0038】次に、図10に示すように、上述のようにしてパターンニングされた第2マスク層19であるCr層をマスクとしてエッチングを行い、当該マスクから露出しているSiO<sub>2</sub>膜及び第3スペーサ層16である第2のTi層と、第2スペーサ層15であるCu層の上層10nm程度を除去する。エッチングは、リアクティブイオンエッチングにより行う。

【0039】エッチングに使用するガスは、Cr膜とエッチングガスとの反応によりSiO<sub>2</sub>膜層の表面に重合物が発生しづらいものを使用し、例えばCF<sub>4</sub>、及び場合によってはCF<sub>4</sub>と酸素との混合ガスを用いる。また、基板表面の温度上昇を防ぐために、エッチングパワーは低パワーとする。具体的には300～500W程度

（アネルバ（株）製リアクティブイオンエッチング装置、DEA506使用時）のパワーが好ましい。そして、エッチング時間は、50～60分程度（アネルバ（株）製リアクティブイオンエッチング装置、DEA506を300Wにおいて使用時）が好ましい。

【0040】ここで、第1マスク層18であるSiO<sub>2</sub>膜をエッチングする際のマスクを構成する第2マスク層19であるCrは、リアクティブイオンエッチングに対する選択性が、SiO<sub>2</sub>に比べて約40倍以上と非常に大きい材料である。このようなSiO<sub>2</sub>に比べてリアクティブイオンエッチングに対する選択性が40倍以上の金属材料からなるマスクを用いることで、トラック形状となる非磁性膜を高精度に形成することができる。このような金属材料としては、具体的にはCrの他にNiFe、CoZrNb等が挙げられる。リアクティブイオンエッチングに対する選択性を40倍以上としたのは、このくらい大きな選択性を有する材料をマスクとすることでエッチングが完了するまでマスクの形状及びパターンが変化することなく、所望の形状及び所望のエッチング量をエッチングすることができるからである。また、リアクティブイオンエッチングに対する選択性が大きい材料からなるマスクを用いることで、マスクの厚みを薄くすることができ、コストの低下、生産時間の短縮を図ることができる。

【0041】次に、図11に示すように、上述のようにして形成されたマスクパターンをマスクとしてエッチングを行い、当該マスクパターンから露出している第2スペーサ層15であるCu層及び第1スペーサ層14であるTi層を除去する。エッチングは、例えば湿式エッチングにより行う。この際、エッチング液には、例えばCuを湿式エッチングする際に用いるエッチング液を使用する。Cuを湿式エッチングするエッチング液は、Tiもエッチングすることができるが、ギャップ層6を形成するAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はエッチングしないからである。また、エッチング液は、これらに限定されることなく、ギャップ層6、第1スペーサ層14、第2スペーサ層15、第3スペーサ層16に用いる材質の組み合わせにより適宜変更可能である。ここで、トラック形成部22においては、第2マスク層19のCr層及び第1マスク層18のSiO<sub>2</sub>層が存在するため、広幅のトラック形成部23の外周縁部及び細幅のトラック形成部24の下部のみがエッチングされ、スペーサのCu層及びTi層が除去される。また、細幅のトラック形成部24の下部については、トラック幅方向の幅が狭いため、第1スペーサ層14のTi、第2スペーサ層15のCu層及び第3スペーサ層16のTi層は全て除去される。したがって、細幅のトラック形成部24においては、図12に示すように、第1マスク層18のSiO<sub>2</sub>層は、ギャップ層6を形成するAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層から離間しており、広幅のトラック形成部23を支持部として宙に浮いた状態になる。これ

により、次工程のエッチングを行う際のマスクパターンが形成される。

【0042】次に、図13及び図14に示すように、上述のようにして形成されたマスクパターンをマスクとしてエッチングを行い、当該マスクパターンから露出しているギャップ層6である $Al_2O_3$ 層及び下部磁極層5である $CoZrNb$ 層を厚さ0.5 $\mu m$ 程度だけ除去する。これにより、 $SiO_2$ 層は、トラック形成部にのみ残され、細幅のトラック形成部24に残された $SiO_2$ 層の位置が最終的にインダクティブヘッド素子の上部磁極のポール部を形成する。また、下部磁極層5である $CoZrNb$ 層を厚さ0.5 $\mu m$ 程度だけ除去することにより、基板1側に形成された広幅の下部磁性層部51と、ギャップ層6側に形成された細幅の下部磁性層部52とが一体に構成される。そして、細幅の下部磁性層部52は、記録媒体と対向する媒体対向面の近傍にて、すなわち、ギャップ層6との境界面近傍において記録媒体上のトラック幅と同一幅を有している。エッチングは、例えば $Ar$ ガスによるイオンエッチングにより行い、入射角度は5～30度に設定する。これにより、所望の形状及び寸法に精度良くエッチングすることができる。したがって、細幅の下部磁性層部52は、トラック幅方向の両側の2方向と、摺動面と反対側の方向の3方向においてギャップ層6との境界面からエッチング面にかけて、広がる方向に傾斜した形状を有している。

【0043】次に、図15、図16及び図17に示すように、スパッタリングにより、全面に例えば $Al_2O_3$ を1 $\mu m$ 程度被着させて、非磁性高硬度層11を形成する。このとき、スパッタリングは、コリメートスパッタリングによることが好ましい。コリメートスパッタリングは、高周波(RF:Radio Frequency、以下RFと称する。)マグネトロン装置を使用し、基板1とターゲット材26との間に、所定の大きさの格子状のフィルタを設けたコリメート用制御板25を配置して行うRFコリメートスパッタリングが好ましく、アルミナの飛来粒子の入射角は、20度以内が好ましい。図27にRFマグネトロンコリメートスパッタリングの概念図を示す。また、コリメート用制御板25は、図28に示すように、例えば基板厚み10mmのステンレス(SUS304)材からなる円盤の中央部に板厚0.5mmのステンレス(SUS304)材からなる2.5mmピッチの格子状のフィルタ部27が設けられたものを用いる。これにより、スパッタリング時の凹部分への膜の付き回りが改善され、凹部分の角部の空洞化を防ぐことが可能になり、CSS(Contact Start Stop)に対する信頼性を向上することができる。

【0044】そして、細幅の下部磁性層部52上にあるギャップ層6である $Al_2O_3$ とスパッタリングによる $Al_2O_3$ が接合することにより、上部磁極の形状を規制するガイドが形成される。すなわち、トラック形成部に

いては、第2マスク層19である $Cr$ 層及び第1マスク層18である $SiO_2$ 層によるマスクが存在するため、上述した湿式エッチングにより第2スペーサ層15である $Cu$ 層及び第1スペーサ層14である $Ti$ 層がエッチングされた細幅のトラック形成部24の下部の空隙部においては、 $Al_2O_3$ が被着することがない。

【0045】また、非磁性高硬度層11は、トラック幅方向の両側の2方向と、摺動面と反対側の方向の3方向において、ギャップ層6との境界面から非磁性高硬度層11上面にかけて、広がる方向に傾斜した形状を有している。非磁性高硬度層11は、ギャップ層6の上表面のトラック幅方向の両端から非磁性高硬度層11の上表面にかけて広がる方向に傾斜を有した形状に形成される。これにより、非磁性高硬度層11は、ギャップ層6と一体化し、上部磁極層9の形状及び上部磁極層9のトラック幅を規制するガイドが形成される。そして、上部磁極の形成位置は、下部磁極を形成する際に用いた $Cr$ 膜及び $SiO_2$ 膜によるマスクを用いて決定されるため、確実に位置合わせがなされ、上部磁極と下部磁極とのトラック合わせずれを生じることがない。したがって、フリンジングの少ないヘッドを製造することができる。

【0046】次に、図18及び図19に示すように、湿式エッチングを行い、 $Al_2O_3$ をRFコリメートスパッタリングする際にマスクとして使用した $Cr$ 膜及び $SiO_2$ 膜を除去する。この際、エッチング液には、例えば $Cu$ を湿式エッチングする際に用いるエッチング液を使用する。 $Cu$ を湿式エッチングするエッチング液は、 $Cr$ 及び $SiO_2$ をエッチングすることができるが、非磁性高硬度層及びギャップ層を形成する $Al_2O_3$ はエッチングしないからである。また、エッチング液は、上述した条件を満たすものであれば、特に限定されるものではない。

【0047】これ以降の上部磁極の形成方法は、2通りあり、1つ目の方法は、図24～図26に示すように、周知の工程によって、第3の絶縁層71を形成し、第3の絶縁層71上にコイル層8を形成した後、コイル層8を覆って第4の絶縁層72を鍍金等の方法で形成する。この時、上部磁極のトラック幅は前述の工程において既に規制されているので、上部磁極のトラック部鍍金幅は3 $\mu m$ 以上に形成しても良い。そして、保護膜12を形成し、媒体対向面に研磨を施して、複合型薄膜磁気ヘッドを完成する。

【0048】また、2つ目の方法は、図20～図23に示すように、コリメートスパッタリングあるいは、RFバイアススパッタにより上部磁極材21として、例えば、 $CoZrNb$ を成膜する。その後、上部磁極材21を成膜した表面に機械研磨を施して平坦化を行い、第1上部磁極層91を形成する。以後の工程は、図24～図26に示すように、周知の工程により、第3の絶縁層71を形成し、第3の絶縁層71上にコイル層8を形成し



た後、コイル層8を覆って第4の絶縁層72を鍍金等の方法で形成する。この時、上部磁極のトラック幅は前述の工程において既に規制されているので、上部磁極のトラック部鍍金幅は3  $\mu\text{m}$ 以上にて形成しても良い。そして、保護膜12を形成し、媒体対向面に研磨を施して、複合型薄膜磁気ヘッドを完成する。

【0049】上記の説明においては、トラック幅精度を向上させるために2層マスクに、主にドライプロセスにて行う材料を選択したが、マスクにi線用ポジレジスト、スペーサに反射防止膜を使用することも可能である。

【0050】以上、複合型薄膜磁気ヘッドについて説明したが、本発明は上記に限定されるものではなく、種々の磁気ヘッドに適用可能である。

【0051】また、本発明は、上記に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る磁気ヘッドの製造方法によれば、トラック幅の狭い磁気ヘッドにおいても上部磁極及び下部磁極を高精度に形成するとともに、上部磁極と下部磁極との位置合わせを確実に行うことができるため、高密度磁気記録媒体に対応できる磁気ヘッドを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態に係る複合型薄膜磁気ヘッドの一構成例を示す斜視図である。

【図2】図1の複合型薄膜磁気ヘッドの要部を抜き出して示す断面図である。

【図3】図1の複合型薄膜磁気ヘッドの要部を抜き出して示す断面図である。

【図4】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、MRヘッド素子として、基板上に下部シールド層、第1の絶縁層、MR素子層、電極層及び第2の絶縁層とが形成された状態を示す斜視図である。

【図5】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第1の絶縁層上に下部磁極層が形成された状態を示す斜視図である。

【図6】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、マスク層上に電子線レジストが塗布された状態を示す斜視図である。

【図7】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、電子線レジスト中に所定のパターン潜像を形成した状態を示す斜視図である。

【図8】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、電子線レジストを現像してマスクパターンを形成した状態を示す斜視図である。

【図9】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第2マスク層であるCr層が所定形状にパターンニングされた状態を示す斜視図である。

【図10】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第2マスク層であるCr層によるマスクパターンをマスクとして、第1マスク層であるSiO<sub>2</sub>層、第3スペーサ層である第2のTi層と、第2スペーサ層であるCu層の上層10nm程度をエッチングした状態を示す斜視図である。

【図11】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第1マスク層であるSiO<sub>2</sub>層及び第2マスク層であるCr層をマスクとして、第2スペーサ層であるCu層及び第1スペーサ層である第1のTi層をエッチングした状態を示す斜視図である。

【図12】図11中、X<sub>1</sub>-X<sub>2</sub>線における断面図である。

【図13】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第1マスク層であるSiO<sub>2</sub>層及び第2マスク層であるCr層をマスクとして、ギャップ層であるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層及び下部磁極層であるCoZrNb層を厚さ0.5  $\mu\text{m}$ 程度エッチングした状態を示す斜視図である。

【図14】図13中、X<sub>3</sub>-X<sub>4</sub>線における断面図である。

【図15】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、下部磁極層であるCoZrNb層上に非磁性高硬度層11であるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が形成された状態を示す斜視図である。

【図16】図15中、X<sub>5</sub>-X<sub>6</sub>線における断面図である。

【図17】図15中、X<sub>7</sub>-X<sub>8</sub>線における断面図である。

【図18】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第1マスク層であるSiO<sub>2</sub>層及び第2マスク層であるCr層がエッチングされた状態を示す斜視図である。

【図19】図18中、X<sub>9</sub>-X<sub>10</sub>線における断面図である。

【図20】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、ギャップ層及び非磁性高硬度層上に上部磁性材であるCoZrNbを形成した状態を示す斜視図である。

【図21】図20中、X<sub>11</sub>-X<sub>12</sub>線における断面図である。

【図22】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、ギャップ層上に上部磁性材あるCoZrNbを形成した状態を示す斜視図である。

【図23】図22中、X<sub>13</sub>-X<sub>14</sub>線における断面図である。

【図24】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第3の絶縁層、第4の絶縁層、コイル層及び上部磁極層を形成した状態を示す斜視図である。

【図25】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する

図であり、保護層を形成した状態を示す斜視図である。

【図26】複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、磁気記録媒体との摺動面となる面に対して研磨を施した状態を示す斜視図である。

【図27】コリメートスパッタリングの概念を説明する図である。

【図28】コリメート用制御板を示す上面図である。

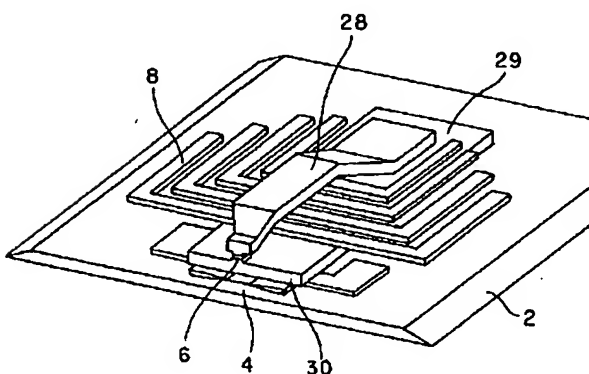
【図29】従来の製造方法により作製した複合型薄膜磁

気ヘッドを示す斜視図である。

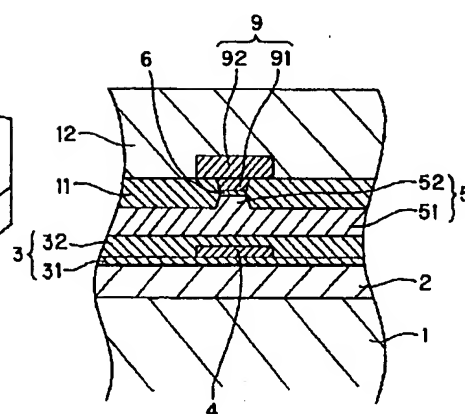
【符号の説明】

1 基板、5 下部磁極層、51 広幅の下部磁極層、52 細幅の下部磁極層、6 ギャップ層、9 上部磁極層、13 スペース層、14 第1スペース層、15 第2スペース層、16 第3スペース層、17 マスク層、18 第1マスク層、19 第2マスク層

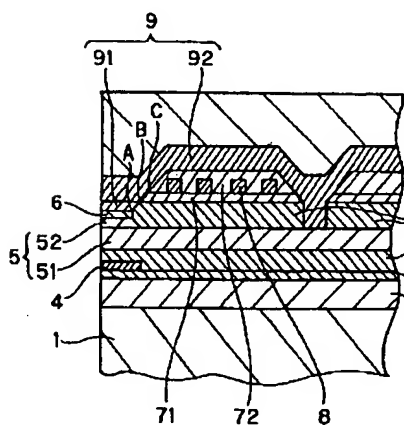
【図1】



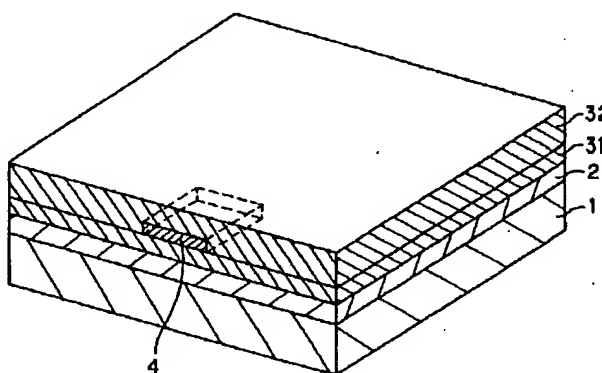
【図2】



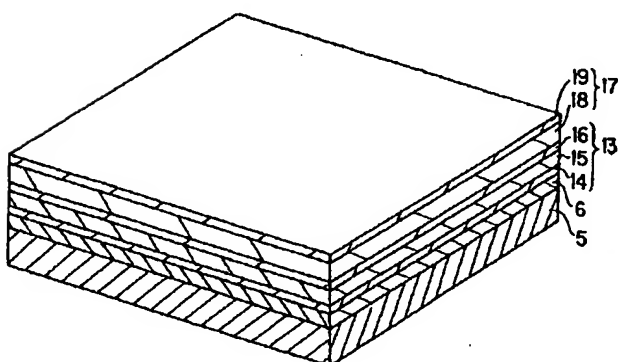
【図3】



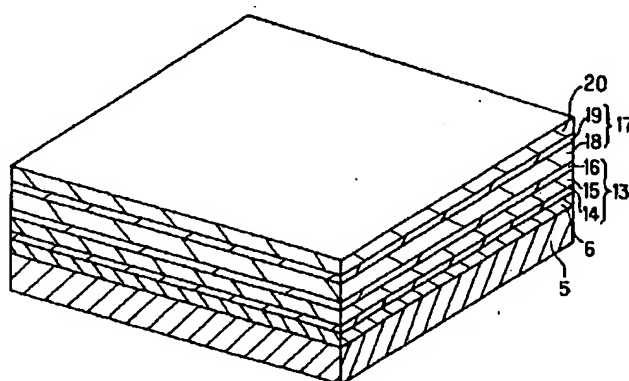
【図4】



【図5】

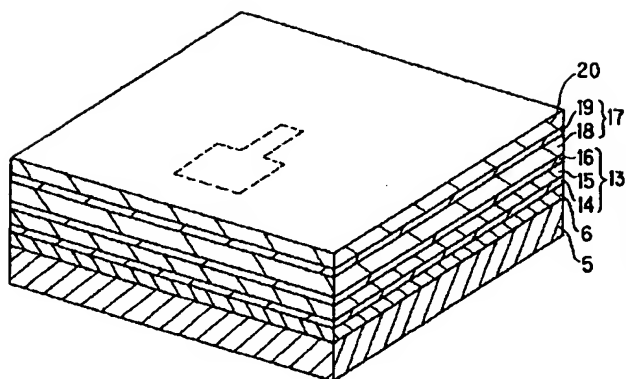


【図6】

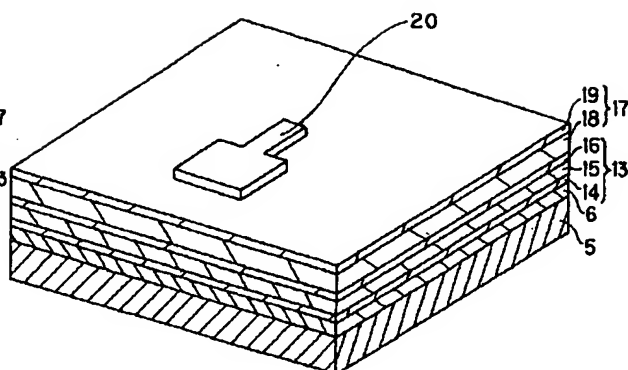




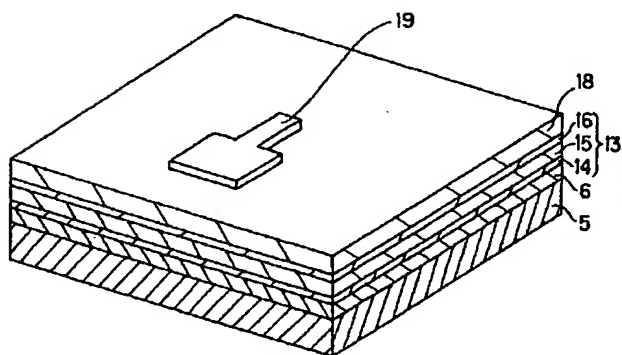
【図7】



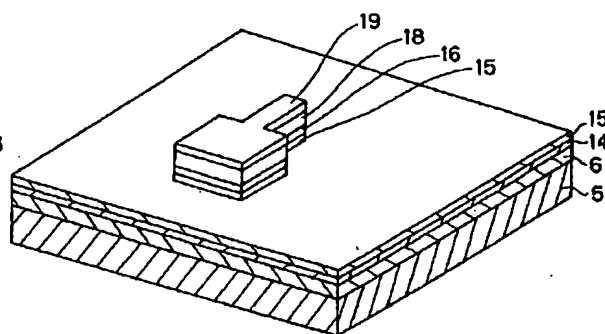
【図8】



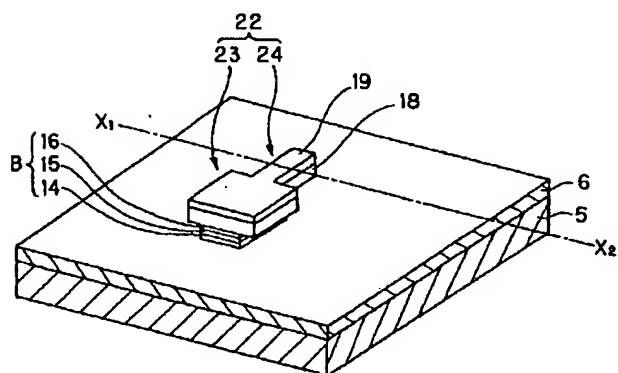
【図9】



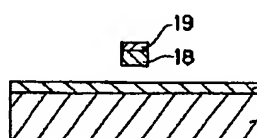
【図10】



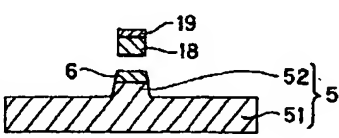
【図11】



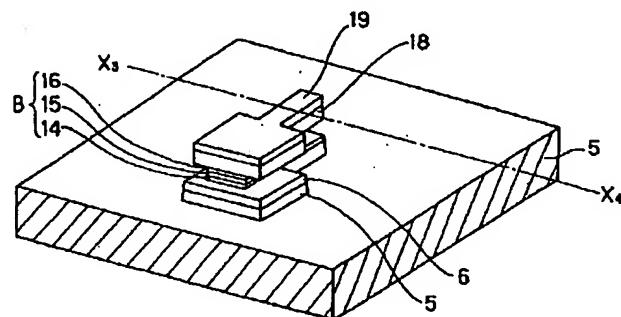
【図12】



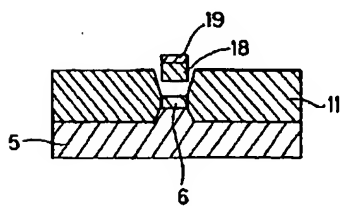
【図14】



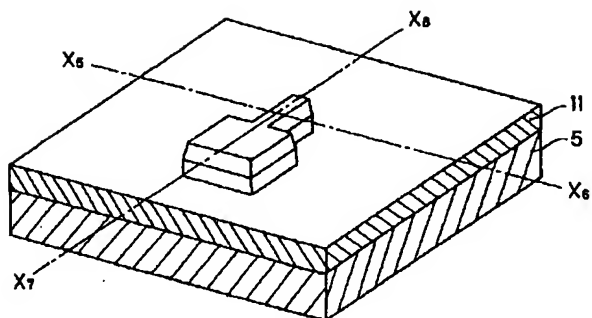
【図13】



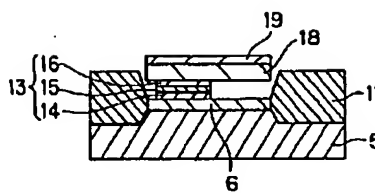
【図16】



【図15】

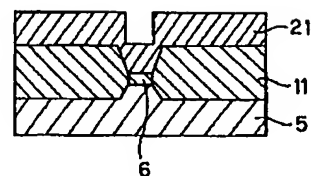
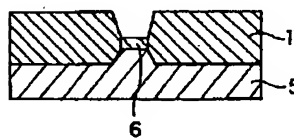


【図17】

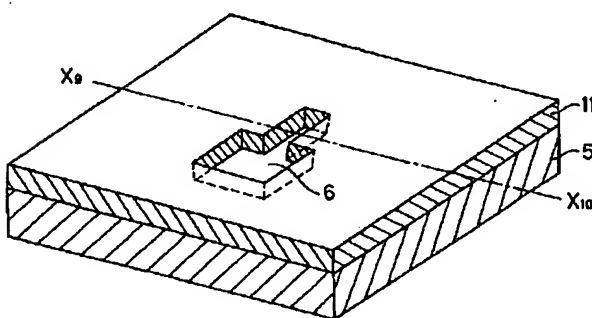


【図19】

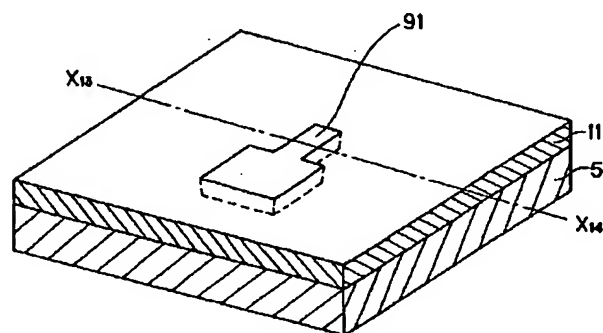
【図21】



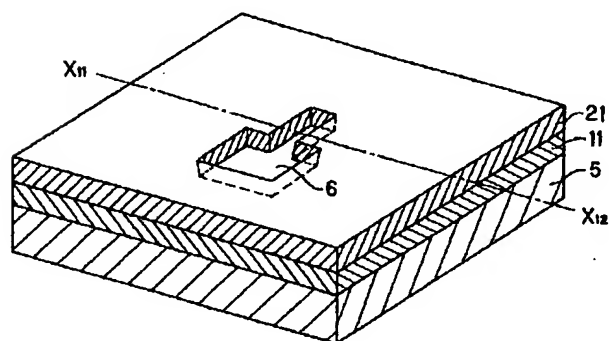
【図18】



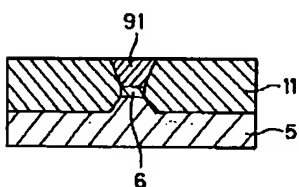
【図22】



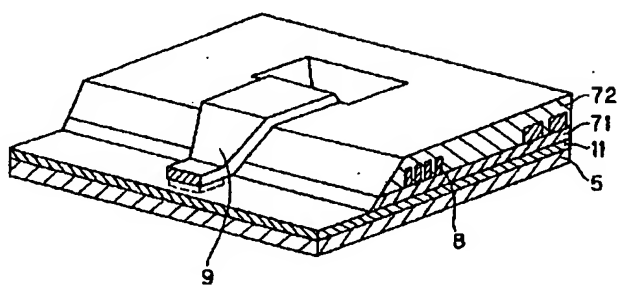
【図20】



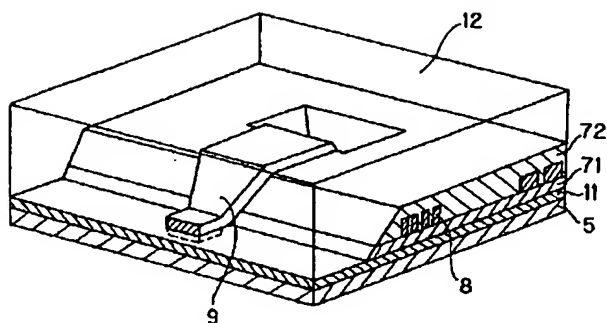
【図23】



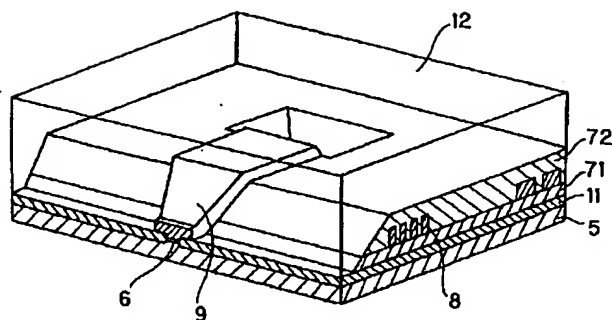
【図24】



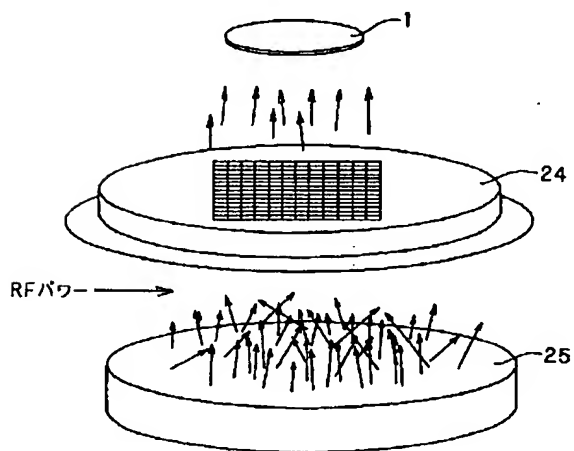
【図25】



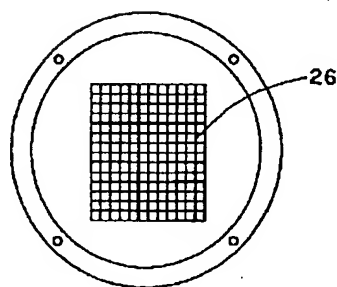
【図26】



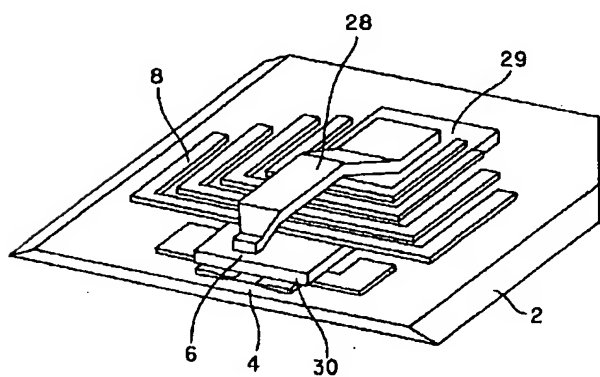
【図27】



【図28】



【図29】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-353304

(43)Date of publication of application : 19.12.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 11-162919

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 09.06.1999

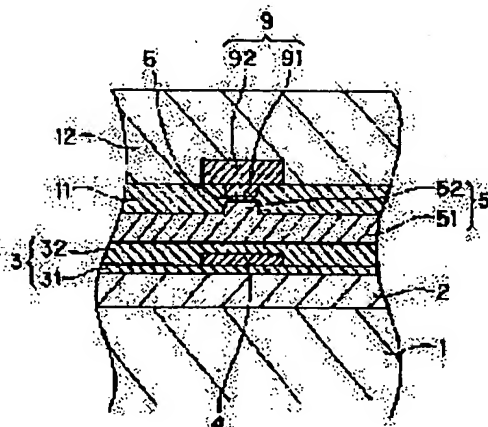
(72)Inventor : KATAKURA TORU

## (54) MANUFACTURE OF MAGNETIC HEAD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the method for manufacturing a magnetic head, capable of dealing with a high-density magnetic recording medium.

**SOLUTION:** In the manufacturing method of a magnetic head for laminating lower and upper magnetic pole layers 5 and 9 via a gap layer 6 to constitute a magnetic gap, after the gap layer 6 is formed on the lower magnetic pole layer 5, a track width regulation mask patterned corresponding to a track width is disposed. Then, etching is performed up to the middle part of the lower magnetic pole layer 5 by using the track width regulation mask as a mask to regulate the track width of the lower magnetic pole layer 5, a non-magnetic material is deposited from the track width regulation mask so as to have a thickness protruding more than the surface of the gap layer 6, the track width regulation mask is eliminated, and the upper magnetic pole layer 9 is formed by depositing a magnetic material so as to cover a recess formed by the elimination of the track width regulation mask.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture method of the magnetic head which carries out laminating formation of the lower magnetic pole layer and up magnetic pole layer which are characterized by providing the following through a gap layer, and comes to constitute a magnetic gap. The process which regulates the width of recording track of a lower magnetic pole layer by arranging the width-of-recording-track regulation mask by which patterning was carried out corresponding to the width of recording track, and \*\*\*\*\*ing to the halfway section of a lower magnetic pole layer by making this into a mask after forming a gap layer on a lower magnetic pole layer. The process which forms nonmagnetic material from on the above-mentioned width-of-recording-track regulation mask by thickness which projects rather than a gap layer front face. The process which removes the above-mentioned width-of-recording-track regulation mask. The process which forms a magnetic material so that the crevice formed of removal of the above-mentioned width-of-recording-track regulation mask may be filled, and forms an up magnetic pole layer.

[Claim 2] The manufacture method of the magnetic head according to claim 1 characterized by considering as the state where the multilayer constituted the above-mentioned width-of-recording-track regulation mask, carried out dissolution removal of the spacer layer which touches a gap layer in the case of patterning, and it estranged from the gap layer.

[Claim 3] The above-mentioned multilayer is the manufacture method of the magnetic head according to claim 2 characterized by the bird clapper from the two-layer structure of a lower magnetic pole layer side to the 1st mask layer, and the 2nd mask layer.

[Claim 4] The above-mentioned 1st mask layer is the manufacture method of the magnetic head according to claim 3 characterized by the bird clapper from SiO<sub>2</sub>.

[Claim 5] The above-mentioned 2nd mask layer is the manufacture method of the magnetic head according to claim 3 characterized by the bird clapper from Cr.

[Claim 6] The above-mentioned spacer layer is the manufacture method of the magnetic head according to claim 2 characterized by the bird clapper from multilayer structure.

[Claim 7] The above-mentioned spacer layer is the manufacture method of the magnetic head according to claim 2 characterized by the bird clapper from the three-tiered structure of a lower magnetic pole layer side to the 1st spacer layer, the 2nd spacer layer, and the 3rd spacer layer.

[Claim 8] The above-mentioned 1st spacer layer is the manufacture method of the magnetic head according to claim 7 characterized by the bird clapper from Ti.

[Claim 9] The above-mentioned 2nd spacer layer is the manufacture method of the magnetic head according to claim 7 characterized by the bird clapper from Cu.

[Claim 10] The above-mentioned 3rd spacer layer is the manufacture method of the magnetic head according to claim 7 characterized by the bird clapper from Ti.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the manufacture method of the magnetic head.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, also in the magnetic-recording medium, high recording density-ization is progressing with development of a computer etc., and to attain large-capacity-izing and high data-transfer-rate-ization by improvement in the further recording density is desired.

[0003] For example, when the recording density of a hard disk drive exceeds ten bits per inches 2 in the case of a hard disk, it is thought that the width of recording track of the magnetic head has the indispensable size of 0.7 micrometers or less. However, in the narrow magnetic-recording head of such the width of recording track, by the thing of a configuration with the conventional flat lower pole, since problems, such as degradation of efficiency and fringing, arise, development of the magnetic-head configuration which can respond to a high-density magnetic-recording medium is desired.

[0004] Then, in order to advance high-density record in recent years, the thin film magnetic head which has the magnetoresistance-effect type magnetic head (henceforth an "MR head") which is the magnetic head suitable for \*\* truck-ization is adopted increasingly.

[0005] This thin film magnetic head is formed in a configuration predetermined in each functional film of thin film means forming, such as so-called vacuum deposition method, the so-called sputtering method, etc. Concretely, thin film formation of the MR head which has the magnetoresistance-effect element on which such the thin film magnetic head functions as a magnetic force sensor at the time of reproduction, and the inductive head which generates the record magnetic field at the time of record is carried out.

[0006] Drawing 29 is the perspective diagram showing typically the conventional thin film combined head for hard disks. These thin film combined heads for hard disks MR element layer 4 which reads the information recorded on the magnetic-recording medium, and is reproduced is formed between the up shield layers 30 and the lower shield layers 2 which consist of a ferromagnetic. The up shield 30 of MR element layer 4 is used as a lower magnetic pole on MR element layer 4, and it has the composition that the inductive head 31 which records the information on a magnetic-recording medium was formed.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The thin film combined head for hard disks shown in drawing 29 can be manufactured in the usual process. After forming a gap layer by the spatter after forming a lower magnetic layer and specifically forming an insulator layer (resist) and a coil after that, an up magnetic pole is formed. In this case, it is thin to about 10 micrometers, and a level difference produces the coil formation section in the upper surface and the gap layer of the coil formation section. An up magnetic pole is formed ranging over the coil formation section from the part in which the coil is not formed. Although an up magnetic pole is formed by the resist frame method which forms the plating frame currently more generally than before

performed, when it is going to form an up magnetic pole by this method, the thickness of a resist is set to about 7-8 micrometers in the track formation section. Thus, if the thickness of a resist is set to about 7-8 micrometers, it will become very difficult to form a plating frame 1 micrometer or less. If especially set to 0.5 micrometers or less, in optical exposure, formation of the plating frame of a detailed configuration will become impossible.

[0008] Moreover, the thin film combined head for hard disks formed by the resist frame method has a flat lower magnetic layer, and an up magnetic pole has width of face equivalent to the width of recording track, and serves as a size whose thickness is about 3 micrometers. In this case, if an up magnetic pole is saturated at the time of record of the information on a magnetic-recording medium, since a record magnetic field will begin to be revealed also from the up magnetic pole side near the gap of an up magnetic pole and effective recording track width of face will spread, the threshold value of recording density will be lowered.

[0009] Therefore, by the conventional method, the recording head which has the width of recording track 0.7 micrometers or less, for example was not able to be manufactured from the trouble mentioned above.

[0010] this invention aims at being proposed in view of the conventional trouble and proposing the manufacture method of the magnetic head which can respond to a high-density magnetic-recording medium.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In the manufacture method of the magnetic head which the manufacture method of the magnetic head concerning this invention carries out laminating formation of a lower magnetic pole layer and the up magnetic pole layer through a gap layer, and comes to constitute a magnetic gap After forming a gap layer on a lower magnetic pole layer, the width-of-recording-track regulation mask by which patterning was carried out corresponding to the width of recording track is arranged. The process which regulates the width of recording track of a lower magnetic pole layer by \*\*\*\*\*ing to the halfway section of a lower magnetic pole layer by making this into a mask, The process which forms nonmagnetic material from on the above-mentioned width-of-recording-track regulation mask by thickness which projects rather than a gap layer front face, It is characterized by having the process which removes the above-mentioned width-of-recording-track regulation mask, and the process which forms a magnetic material so that the crevice formed of removal of the above-mentioned width-of-recording-track regulation mask may be filled, and forms an up magnetic pole layer.

[0012] The manufacture method of the magnetic head concerning this invention regulates the width of recording track of a lower magnetic pole layer by arranging the width-of-recording-track regulation mask by which patterning was carried out corresponding to the width of recording track, and \*\*\*\*\*ing to the halfway section of a lower magnetic pole layer by making this into a mask, after forming a gap layer on a lower magnetic pole layer. And after forming nonmagnetic material from on a width-of-recording-track regulation mask by thickness which projects rather than a gap layer front face and removing a width-of-recording-track regulation mask, an up magnetic pole layer is formed by forming a magnetic material so that the crevice formed of removal of a width-of-recording-track regulation mask may be filled.

Therefore, in case the magnetic head is formed, the width of recording track of an up magnetic pole and a lower magnetic pole is regulated certainly, and alignment is certainly made for an up magnetic pole and a lower magnetic pole.

[0013]

[Embodiments of the Invention] The perspective diagram which expresses typically the compound-die thin film magnetic head which applied this invention to drawing 1 is shown. Moreover, the important section cross section in X1-X2 line and X3-X4 line of a ABS side position in drawing 1 is shown in drawing 2 and drawing 3.

[0014] In the compound-die thin film magnetic head which applied this invention, the lower shield layer 2 is formed as an MR head on a substrate 1, and MR element layer 4 and the electrode layer (illustration ellipsis) are formed through the 1st insulating layer on the lower shield layer 2. And MR element layer 4 is covered and the 2nd insulating layer 32 is formed.

[0015] On the 2nd insulating layer 32, the lower magnetic pole layer 5 is formed as an inductive

head element. The double-width lower magnetic pole section 51 by which the lower magnetic pole layer 5 was formed in the substrate 1 side, and the lower magnetic pole section 52 of the narrow width formed on the lower magnetic pole section 51 are formed in one, and this lower magnetic pole section 52 has the same width of face as the width of recording track on a record medium near the record medium and the medium opposed face which counters. The lower magnetic pole layer 5 has the function as magnetic shielding between an inductive head element and an MR head element at the same time it demonstrates the function as a magnetic core of an inductive head element. On the lower magnetic pole section 52 of the narrow width of the lower magnetic pole layer 5, the gap layer 6 which has the same width of face as the width of recording track is formed. On the double-width lower magnetic pole section 51 of the lower magnetic pole layer 5, the nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11 is formed. The 3rd insulating layer 71 is formed on the nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11, and the 3rd insulating layer 71 has the depth and the regulation side BC which incline highly gradually in a back side from the nose of cam by the side of the gap layer 6. And on the 3rd insulating layer 71, the coil layer 8 is formed, the coil layer 8 is covered and the 4th insulating layer 72 is formed.

[0016] The up magnetic pole layer 9 is formed on the gap layer 6, the nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11, the 3rd insulating layer 71, and the 4th insulating layer 72. The up magnetic pole layer 9 is constituted by the 1st up magnetic pole layer 91 formed on the gap layer 6 and the nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11, and the 2nd up magnetic pole layer 92 which has connected with the double-width lower magnetic pole section 51 of the lower magnetic pole layer 5 while being formed on the 1st up magnetic pole layer 91, the 3rd insulating layer 71, and the 4th insulating layer 72.

[0017] While the 1st up magnetic pole section 91 is formed in the field which spreads from the medium opposed face to the depth and the regulation side AB of the nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11, the 2nd up magnetic pole section 92 has spread towards back on the upper surface of the 3rd insulating layer 71 and the 4th insulating layer 72 from the medium opposed face on the 1st up magnetic pole section 91.

[0018] The 1st up magnetic pole section 91 has the same width of face as the width of recording track on a record medium in a medium opposed face while having the configuration to which a medium opposed face, the edge of an opposite side, and the both ends of the direction of the width of recording track are extracted from a connection side with the 2nd up magnetic pole section 92 toward an opposed face with the gap layer 6, and become thin. Thereby, informational record efficiency of an inductive head improves.

[0019] The 2nd up magnetic pole section 92 has latus width of face rather than the width of recording track on a record medium near the medium opposed face.

[0020] the [ moreover, / the lower magnetic pole section 52 of the narrow width of the lower magnetic pole layer 5, the gap layer 6, and ] — the double-width lower magnetic pole section 51 top of the lower magnetic pole layer 5 is covered on both sides of the direction of the width of recording track of 1 up magnetic pole section 91, and the nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11 forms in them — having — the [ the nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11 and ] — the 1 up magnetic pole section 91 upper surface was formed in the flat surface, respectively, and is mutually And the 2nd up magnetic pole section 92 of the up magnetic pole layer 9 is covered, and the protective layer 12 is formed.

[0021] Next, the manufacture method of the above-mentioned compound-die thin film magnetic head is concretely explained based on drawing 4 or drawing 28. In addition, in order to illustrate the feature intelligibly, the drawing used by the following explanation may expand the portion used as the feature, and may show it, and the ratio of the size of each part material of it is not necessarily the same as that of practice. Moreover, by the actual manufacturing process, although many magnetic-head elements are formed on a substrate of a thin film technology, the drawing used by the following explanation extracts the portion corresponding to one magnetic-head element, and is shown.

[0022] First, as shown in drawing 4, the lower shield layer 2, the lower insulating layer 31, MR element layer 4, an electrode layer (not shown), and the up insulating layer 32 are formed one by one on a substrate 1 as an MR head element. The above process is based on the process of the

conventional common knowledge.

[0023] Then, as shown in drawing 5 (the MR head element section omits in the following drawings.), the lower magnetic pole layer 5 is formed in all the front faces of the 1st insulating layer 32. As a lower magnetic layer 5, CoZrNb is formed to 3-micrometer thickness by sputtering, for example.

[0024] Next, the gap layer 6 is formed in all the front faces of the lower magnetic layer 5. As a gap layer 6, aluminum 2O3 is formed to 0.2-micrometer thickness by sputtering, for example.

[0025] Next, the spacer layer 13 for forming the truck section in all the front faces of the gap layer 6 is formed. The spacer layer 13 consists of three layers, the 1st spacer layer 14 from the gap layer 6 side, the 2nd spacer layer 15, and the 3rd spacer layer 16. By sputtering, the spacer layer 6 makes the thickness of 5nm put Ti, and forms 1st Ti layer which is the 1st spacer layer 14. And on 1st Ti layer, the thickness of 300nm is made to put Cu by sputtering, and Cu layer which is the 2nd spacer layer 15 is formed. And on Cu layer, the thickness of 5nm is made to put Ti by sputtering, and 2nd Ti layer which is the 3rd spacer layer 16 is formed.

[0026] The 1st spacer layer 14 carries out the role which raises the adhesion of the aluminum 2O3 and the 2nd spacer layer 15 of the spacer layer 13 which are the gap layer 6. Moreover, the 1st spacer layer 14 is not limited to Ti, and Cr etc. can specifically be used for it other than Ti that what is necessary is just what fulfills the above-mentioned conditions.

[0027] The 2nd spacer layer 15 is for opening a crevice between the mask layers 17 and the gap layers 6 which are a mask for performing width-of-recording-track regulation of the lower magnetic pole layer 5 mentioned later and the up magnetic pole layer 9. Specifically, before performing width-of-recording-track regulation of the 1st up magnetic pole section 91, a crevice is opened between the mask layers and the gap layers 6 which are a mask for performing width-of-recording-track regulation of the 1st up magnetic pole section 91 by removing the 2nd spacer layer 15 by wet etching which used the etching reagent. The 2nd spacer layer 15 can be used again, if it can exfoliate by wet etching by the acid etc., without being limited to Cu. However, between the lower magnetic pole layer 5, the 2nd spacer layer 15, and an etching reagent, although an etching reagent \*\*\*\*\*, the lower magnetic pole layer 5 of the 2nd spacer layer 15 is required for combination which does not \*. As a combination with which the above-mentioned conditions are filled, Cu, a permalloy, etc. are used for the 2nd spacer layer 15, for example, an engine failure lip and 92 (Meltex make) are specifically, used for an etching reagent, and combination of using amorphous metals, such as CoZrNb, is mentioned to a lower magnetic layer. Moreover, the thickness formed has 0.05 micrometers – desirable 1 micrometer.

[0028] The 3rd spacer layer carries out the role which raises the adhesion of the mask layer and the 2nd spacer layer which are a mask for regulating the width of recording track of the lower magnetic pole layer 5 mentioned later and the up magnetic pole layer 9. The 3rd spacer layer can fulfill the above-mentioned conditions, and, specifically, Ti, Ta, etc. can be used that what is necessary is just what can be etched by reactive ion etching.

[0029] Next, the mask layer 17 for forming the truck section in all the front faces of the spacer layer 13 is formed. The mask layer 17 consists of two-layer [ of the 1st mask layer 17 and the 2nd mask layer 19 ] from the spacer layer 13 side. By sputtering, the mask layer 17 makes the thickness of 1.5 micrometers put SiO2, and forms the SiO two-layer which is the 1st mask layer 18. And on SiO two-layer, the thickness of 70nm is made to put Cr and Cr layer which is the 2nd mask layer 19 is formed.

[0030] The 1st mask layer serves as a mask for regulating the width of recording track of the lower magnetic pole layer 5 mentioned later and the up magnetic pole layer 9. Specifically, SiO2 and aluminum2O3 grade can be used for the 1st mask layer that what is necessary is just what can carry out anisotropic etching by reactive ion etching etc. The thickness formed has 0.5 micrometers – desirable 2.0 micrometers.

[0031] The 2nd mask layer serves as a mask at the time of forming by reactive ion etching which mentions the above-mentioned 1st mask layer later. When the 2nd mask layer gives reactive ion etching, specifically, Cr, CoZrNb, etc. can be used for it that what is necessary is just that to which it is hard to \*. The thickness formed has 20nm – desirable 200nm.

[0032] Next, a resist 20, for example, an electron beam resist, is applied by the spin coat method

on Cr film, rotating the substrate 1 in which the spacer layer 13 and the mask layer 17 were formed, for example by about 3000 rpm, as shown in drawing 6 . A resist may not be an electron beam resist but the usual resist is sufficient as it.

[0033] Here, in an electron beam resist 20, the macromolecule which constitutes a resist receives energy by the collision with an electron, and that by which some chains of the macromolecule concerned are cut, and molecular weight becomes small, or combines with other macromolecules, and a polymerization is carried out to the macromolecule of big molecular weight is said. Moreover, as for this electron beam resist 20, it is desirable that it is the positive resist to which the solubility to the developer of the portion by which the electron ray was irradiated increases. Tradename OEBR-1000 by TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD., tradename ZEP-520(12) by Nippon Zeon Co., Ltd., etc. are specifically as an electron beam resist 20 of such a positive type mentioned. Moreover, it is desirable to prebake before exposure to an electron beam resist 20. By prebaking, the sensitivity in the case of exposure of an electron beam resist 20 can improve, and a detailed pattern can also be formed with a sufficient precision.

[0034] Next, as shown in drawing 7 , it draws using electron-beam-lithography equipment by irradiating an electron ray by the predetermined pattern at the above-mentioned electron beam resist 20, and a predetermined pattern latent image is formed into an electron beam resist 20. The truck formation section has the configuration which joined the shorter side for the truck formation section of a narrow width which has the configuration of a rectangle smaller than this square to the center section of one side of the double-width truck formation section which has a square configuration as the portion used as the truck formation section is irradiated and an electron ray is specifically shown in it at drawing 7 as a contact piece.

[0035] Next, as shown in drawing 8 , the electron beam resist 20 in which the pattern latent image was formed is developed, and a mask pattern is formed. When a positive resist is used as an electron beam resist 20, the resist of the portion by which an electron ray was not irradiated remains and a mask pattern is formed.

[0036] Next, it etches by using as a mask the mask pattern formed as mentioned above, and Cr layer which is the 2nd mask layer 19 exposed from the mask pattern concerned is removed. Ion etching performs etching.

[0037] Then, an electron beam resist 20 is exfoliated. Cr layer which is the 2nd mask layer by which patterning was carried out by this to the predetermined configuration as shown in drawing 9 is obtained. Specifically, it considers as the pattern which has Cr layer which is the 2nd mask layer 19 into the portion used as the truck formation section.

[0038] the [ next, / SiO<sub>2</sub> film which etched by having used as the mask Cr layer which is the 2nd mask layer 19 by which patterning was carried out as mentioned above as shown in drawing 10 , and has been exposed from the mask concerned, and ] — about 10nm of upper layers of Cu layer which is the 2nd Ti layer and 2nd spacer layer 15 which is 3 spacer layers 16 is removed. Reactive ion etching performs etching.

[0039] What a polymerization object seldom generates on the front face of SiO<sub>2</sub> membrane layer by the reaction of Cr film and etching gas is used for the gas used for etching, for example, the mixed gas of CF<sub>4</sub> and oxygen is used for it depending on CF<sub>4</sub> and the case. Moreover, in order to prevent the temperature rise on the front face of a substrate, etching power is taken as low power. Specifically, about [ 300-500W ] (at the time of reactive-ion-etching equipment made from Anelva and DEA506 use) power is desirable. And etching time has about (at the time [ 300 setting the reactive-ion-etching equipment made from Anelva, and DEA506 to W. ] of use) 50 - 60 desirable minutes.

[0040] Selectivity [ as opposed to reactive ion etching in Cr which is the 2nd mask layer 19 which constitutes the mask at the time of \*\*\*\*\*ing SiO<sub>2</sub> film which is the 1st mask layer 18 here ] is about 40 or more times and a very large material compared with SiO<sub>2</sub>. By using the mask with which the selectivity to reactive ion etching consists of a metallic material of 40 times or more compared with such SiO<sub>2</sub>, the nonmagnetic membrane used as a truck configuration can be formed with high precision. As such a metallic material, NiFe, CoZrNb, etc. are specifically mentioned other than Cr. Selectivity to reactive ion etching was made into 40 or more times

because a desired configuration and the desired amount of etching were \*\*\*\*\* without the configuration and pattern of a mask changing until etching completes the material which has selectivity that big by considering as a mask. Moreover, by using the mask with which the selectivity to reactive ion etching consists of a large material, thickness of a mask can be made thin and fall of cost and shortening of the production time can be aimed at.

[0041] the [ next, / Cu layer which is the 2nd spacer layer 15 which etched by having used as the mask the mask pattern formed as mentioned above, and has been exposed from the mask pattern concerned as shown in drawing 11 , and ] -- Ti layer which is 1 spacer layer 14 is removed For example, wet etching performs etching. Under the present circumstances, the etching reagent used in case wet etching of the Cu is carried out is used for an etching reagent. aluminum 2O3 in which the etching reagent which carries out wet etching of the Cu forms the gap layer 6 although Ti can also \*\*\*\*\* is because it does not \*\*\*\*\* . Moreover, an etching reagent can be suitably changed with the combination of the quality of the material used for the gap layer 6, the 1st spacer layer 14, the 2nd spacer layer 15, and the 3rd spacer layer 16, without being limited to these. here -- the truck formation section 22 -- setting -- the [ Cr layer of the 2nd mask layer 19, and ] -- since the SiO two-layer of 1 mask layer 18 exists, only the periphery marginal part of the double-width truck formation section 23 and the lower part of the truck formation section 24 of a narrow width \*\*\*\*\* , and Cu layer and Ti layer of a spacer are removed since [ moreover, ] the width of face of the direction of the width of recording track is narrow about the lower part of the truck formation section 24 of a narrow width -- the [ Ti of the 1st spacer layer 14, Cu layer of the 2nd spacer layer 15, and ] -- all Ti layers of 3 spacer layers 16 are removed Therefore, in the truck formation section 24 of a narrow width, as shown in drawing 12 , have estranged the SiO two-layer of the 1st mask layer 18 from 2O3 layers of aluminum which forms the gap layer 6, and it will be floated in the air by using the double-width truck formation section 23 as a supporter. Thereby, the mask pattern at the time of etching the following process is formed.

[0042] Next, as shown in drawing 13 and drawing 14 , it etches by using as a mask the mask pattern formed as mentioned above, and about 0.5 micrometers only in thickness remove the CoZrNb layer which is 2O3 layers of aluminum and lower magnetic pole layers 5 which are the gap layers 6 exposed from the mask pattern concerned. Thereby, finally the SiO two-layer position which SiO two-layer was left behind only to the truck formation section, and was left behind to the truck formation section 24 of a narrow width forms the pole section of the up magnetic pole of an inductive head element. Moreover, when about 0.5 micrometers only in thickness remove the CoZrNb layer which is the lower magnetic pole layer 5, the double-width lower magnetic layer section 51 formed in the substrate 1 side and the lower magnetic layer section 52 of the narrow width formed in the gap layer 6 side are constituted by one. And the lower magnetic layer section 52 of a narrow width has the same width of face as the width of recording track on a record medium [ near the interface (a record medium and the layer near / 6 / the medium opposed face which counters (i.e., a gap layer)) ]. The ion etching for example, by Ar gas performs etching, and the degree of incident angle is set as 5 - 30 degrees. Thereby, it can \*\*\*\*\* with a precision sufficient in a desired configuration and a desired size. Therefore, it has the configuration which inclined in the spreading direction, lower magnetic layer applying [ of a narrow width / 52 ] it to an etching side from an interface with the gap layer 6 in 3 of the 2-way of the both sides of the direction of the width of recording track, and the direction of a sliding surface and an opposite side directions.

[0043] Next, as shown in drawing 15 , drawing 16 , and drawing 17 , by sputtering, the whole surface is made to put about 1 micrometer of aluminum 2O3, and the nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11 is formed. As for sputtering, at this time, being based on collimation sputtering is desirable. Collimation sputtering has desirable RF collimation sputtering which uses RF (RF:Radio Frequency and Following RF are called.) magnetron equipment, and is performed by arranging the control strip 25 for collimation which prepared the filter of the shape of a grid of a predetermined size between a substrate 1 and the target material 26, and the incident angle of the coming-flying particle of an alumina has less than 20 desirable degrees. The conceptual diagram of RF magnetron collimation sputtering is shown in drawing 27 . Moreover, as shown in



drawing 28 , that by which the filter section 27 of the shape of a grid of 2.5mm pitch which consists of stainless steel (SUS304) material of 0.5mm of board thickness was formed in the center section of the disk which consists of stainless steel (SUS304) material with a substrate thickness of 10mm is used for the control strip 25 for collimation. By this, the film for the crevice at the time of sputtering is attached, the surroundings are improved, it becomes possible to prevent cavitation of the corner for a crevice, and it can improve the reliability over CSS (Contact Start Stop).

[0044] And when aluminum 2O3 by aluminum 2O3 and sputtering which are the gap layer 6 on the lower magnetic layer section 52 of a narrow width joins, the guide which regulates the configuration of an up magnetic pole is formed. the [ namely, / Cr layer which is the 2nd mask layer 19 in the truck formation section, and ] — the [ Cu layer which is the 2nd spacer layer 15 by wet etching mentioned above since the mask by the SiO two-layer which is 1 mask layer 18 exists, and ] — aluminum 2O3 does not cover in the opening section of the lower part of the truck formation section 24 of the narrow width to which Ti layer which is 1 spacer layer 14 \*\*\*\*\*ed

[0045] Moreover, in 3 of the 2-way of the both sides of the direction of the width of recording track, and the direction of a sliding surface and an opposite side directions, the nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11 is missing from the nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11 upper surface from an interface with the gap layer 6, and has the configuration which inclined in the spreading direction. The nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11 is formed in the direction which is missing from the upper front face of the nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11, and spreads from the ends of the direction of the width of recording track on the front face of the upper of the gap layer 6 at a configuration with the inclination. Thereby, the nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer 11 is united with the gap layer 6, and the guide which regulates the configuration of the up magnetic pole layer 9 and the width of recording track of the up magnetic pole layer 9 is formed. And since the formation position of an up magnetic pole is determined using the mask by Cr film and SiO2 film which were used when forming a lower magnetic pole, alignment is made certainly and it does not produce the truck doubling gap with an up magnetic pole and a lower magnetic pole. Therefore, a head with little fringing can be manufactured.

[0046] Next, as shown in drawing 18 and drawing 19 , in case wet etching is performed and RF collimation sputtering of the aluminum 2O3 is carried out, Cr film and SiO2 film which were used as a mask are removed. Under the present circumstances, the etching reagent used in case wet etching of the Cu is carried out is used for an etching reagent. Although the etching reagent which carries out wet etching of the Cu can \*\*\*\*\* Cr and SiO2, aluminum 2O3 which forms a nonmagnetic quantity degree-of-hardness layer and a gap layer is because it does not \*\*\*\*\* . Moreover, an etching reagent will not be especially limited, if the conditions mentioned above are fulfilled.

[0047] There are two kinds of formation methods of the up magnetic pole after this, and according to a well-known process, as shown in drawing 24 - drawing 26 , after the 1st method forms the 3rd insulating layer 71 and forms the coil layer 8 on the 3rd insulating layer 71, it covers the coil layer 8 and forms the 4th insulating layer 72 by methods, such as plating. Since the width of recording track of an up magnetic pole is already regulated in the above-mentioned process at this time, you may form the truck section plating width of face of an up magnetic pole by 3 micrometers or more. And a protective coat 12 is formed, it grinds to a medium opposed face, and the compound-die thin film magnetic head is completed.

[0048] Moreover, the 2nd method forms CoZrNb as up magnetic pole material 21 by collimation sputtering or RF bias spatter, as shown in drawing 20 - drawing 23 . Then, mechanical polishing is performed to the front face which formed the up magnetic pole material 21, flattening is performed on it, and the 1st up magnetic pole layer 91 is formed in it. As shown in drawing 24 - drawing 26 , after future processes form the 3rd insulating layer 71 and form the coil layer 8 on the 3rd insulating layer 71 according to a well-known process, they cover the coil layer 8 and form the 4th insulating layer 72 by methods, such as plating. Since the width of recording track of an up magnetic pole is already regulated in the above-mentioned process at this time, you

may form the track section plating width of face of an up magnetic pole by 3 micrometers or more. And a protective coat 12 is formed, it grinds to a medium opposed face, and the compound-die thin film magnetic head is completed.

[0049] Although the material mainly performed in a dry process was chosen as the two-layer mask in the above-mentioned explanation in order to raise width-of-recording-track precision, it is also possible to also use the positive resist for i lines for a mask, and to use an antireflection film for a spacer.

[0050] As mentioned above, although the compound-die thin film magnetic head was explained, this invention is not limited above and can be applied to the various magnetic heads.

[0051] Moreover, this invention is not limited above and can be suitably changed in the range which does not deviate from the summary of this invention.

[0052]

[Effect of the Invention] Since alignment of an up magnetic pole and a lower magnetic pole can be certainly performed according to the manufacture method of the magnetic head concerning this invention while forming an up magnetic pole and a lower magnetic pole with high precision also in the narrow magnetic head of the width of recording track as explained above, the magnetic head which can respond to a high-density magnetic-recording medium can be manufactured.

---

[Translation done.]